

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-102187

(43)Date of publication of application : 13.04.1990

(51)Int.CI.

C30B 15/20  
H01L 21/208

(21)Application number : 63-257939

(71)Applicant : OSAKA TITANIUM CO LTD  
KYUSHU ELECTRON METAL CO LTD

(22)Date of filing : 12.10.1988

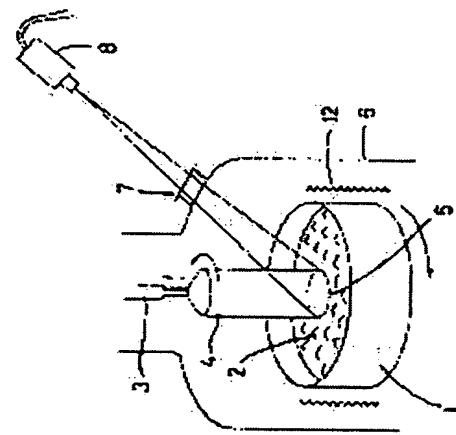
(72)Inventor : ISHIMOTO HAYAHARU

## (54) MEASUREMENT OF HEIGHT OF MELT LEVEL IN CZ METHOD

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To accurately measure height of melt level without being influenced by waving of melt level by adding compensation based on distance between peaks to a peak position in the vertical direction at the central part of the peaks to obtain height of melt level.

**CONSTITUTION:** Single crystal 4 of silicon, etc., is successively pulled up from melt 2 in a crucible 1 and a fusion ring 5 is produced at a position in contact with melt level at the lower part of the single crystal 4. For example, the fusion ring 5 is observed by an optical means 8 through an observing window 7. An ordinary optical measuring device can be used as the optical means 8 to measure the fusion ring by light or a CCD camera may be used. In the case of measurement by the CCD camera, diameter of the fusion ring can be measured by measuring the diameter of the fusion ring on a measuring line. A value corresponding to the height of melt level can be measured at a peak position in the vertical direction.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑩ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

平2-102187

⑬ Int. Cl. 5

C 30 B 15/20  
H 01 L 21/208

識別記号

厅内整理番号

P 8518-4G  
7630-5F

⑭ 公開 平成2年(1990)4月13日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 CZ法における融液面の高さの計測法

⑯ 特願 昭63-257939

⑰ 出願 昭63(1988)10月12日

⑱ 発明者 石本早治 兵庫県尼崎市東浜町1番地 大阪チタニウム製造株式会社内

⑲ 出願人 大阪チタニウム製造株式会社 兵庫県尼崎市東浜町1番地

⑳ 出願人 九州電子金属株式会社 佐賀県杵島郡江北町大字上小田2201番地

㉑ 代理人 弁理士 生形元重 外1名

明細書

1. 発明の名称

CZ法における融液面の高さの計測法

2. 特許請求の範囲

1. CZ法により融液から円柱状に引上げられる単結晶の成長部に生じるフェージョンリングを斜上方より照光することにより、フェージョンリングの直径に対応するピーク間の水平方向距離と、ピーク間中央部における垂直方向のピーク位置とを測定し、測定された垂直方向のピーク位置にピーク間距離に基づく補正を加えて融液面高さとすることを特徴とするCZ法における融液面高さの測定法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明はCZ法(チオクラスキー法)により単結晶をるつぼから引上げる際の融液面高さの計測法に関する。

(従来の技術)

IC、LSI等の製造に使用されるシリコン等

の単結晶の製造方法として、CZ法がよく知られている。この方法は、第1図の模式図に示すように、回転するるつぼ1に収容したシリコン等の結晶融液2を、ワイヤ3によるるつぼ1に対して回転させながら引上げ凝固させて、柱状の単結晶4を製造するものである。るつぼ1は外周側から電熱ヒーター1.2により加熱される。

引き上げ中の単結晶4の成長部、すなわち凝固部と結晶融液2との境界には、メニスカスによる曲率の差が生じ、見かけの輻射率を変えることによりいわゆるフェージョンリング5が発現する。このフェージョンリング5は、斜め上方の光学的手段8からチャンバー6に設けられる測定窓7を通じて観察することにより半梢円形状に捉えられる。

ところで、このようなCZ法においては、融液2の液面高さが単結晶4の引上げ速度を管理する上からきわめて大切な要因である。融液の液面計としてはレーザーを利用し、液面におけるレーザー反射を三重測量法にて測定する第7図のごとき液

面計が文献等で紹介されている。

(発明が解決しようとする課題)

しかし、レーザーによる液面測定法では液面が鏡面の如く作用するため、静止液面では9に示すように正反射するが、通常は液面が波立っているため10に示すように2次元的振動反射をおこし、有効な反射光を捉えることは困難である。

また、レーザーを使わずにフュージョンリングを測光し、フュージョンリングの存在する位置から融液面高さを求めるようとしても、光学的手段8に写し出される像からは、フュージョンリング5の直径は測定できても、直接融液面高さを求ることはできない。

本発明は、光学的手段に受像されるフュージョンリング像を使って、液面の波立ちに影響されることなく正確に融液面高さを計測する方法を提供することを目的とする。

(課題を解決するための手段)

本発明の方法は、C2法により融液から円柱状に引上げられる単結晶の成長部に生じるフュージ

ョンリングを斜上方より測光することにより、フュージョンリングの直径に対応するピーク間の水平方向距離と、ピーク間中央部における垂直方向のピーク位置とを測定し、測定された垂直方向のピーク位置にピーク間距離に基づく補正を加えて融液面高さとするものである。

(作用)

垂直方向のピーク位置にピーク間距離に基づく補正を加えるので、液面の波立ちに関係なく、しかも光学的手段にとらえられるフュージョンリング像の位置、大きさに関係なく安定した融液面高さの計測を可能にする。

(実施例)

以下、本発明の方法を具体的に説明する。

第1図に示すごとく、シリコン等の単結晶4はるつぼ1中の融液2より順次引上げられ、単結晶4の下部の融液面に接する場所にフュージョンリング5が発生する。本発明の方法においては、フュージョンリング5を光学的手段8により観測窓7を通して測光する。

フュージョンリングを測光する光学的手段8としては、通常の光学的測定器によることもできるし、CCDカメラによることもできる。CCDカメラによる場合は測定線上でフュージョンリングのところがピークとして測光される。そして、水平方向のピーク間距離を測定することによってフュージョンリングの直径が測定できる。また垂直方向のピーク位置によって融液面高さに相当する値が測定できる。

第2図に一次元CCDカメラを使った装置の一例を示す。水平方向測定部16では、第1の一次元CCDカメラでフュージョンリングの直径が測定され、同じく垂直方向計測部17では、第2の一次元CCDカメラによりフュージョンリングの中央部における垂直方向位置が測定される。第3図は二次元CCDカメラを使って二重視野18を捉えた例である。この例によるととも、水平方向および水平方向中央における垂直方向の輝度分布が第2図のときと同様、第4図の通り求まる。そして、水平方向のピーク19、19間隔よりフ

ュージョンリングの直径が計測されるし、垂直方向のピーク20位置を液面高さの検出点とされる。

ところで、光学的手段の視野に写し出されるフュージョンリングの像は、第5図のごとく、垂直方向には短径、水平方向には長径をもつ梢円状に写し出される。梢円は前面部分のみ見える。そして光学的手段の視野11の像によって融液面高さが次の如く推定される。

融液面高さの基準となる検出点は垂直方向手前の短径上のA点である。しかし実際は、リング中央位置のO点の液面高さが液面測定の基準となる。O点を通る水平線MNを液面高さとして検知し得る液面スケール13が視野内に予めもうけられているとすれば、A点を同一融液面高さの状態でO点に移動すれば、その位置の液面スケール13の読みが融液面高さをあらわすことになる。これを第6図により説明する。

光学的手段はレンズ14と受像器15となりなり、受像器15上の視野11に融液面上にあるフュージョンリングの像を結ぶ。リング中心線と測

光方向中心線との角度は $\theta$ である。融液面上の検出点A'を中心点O'まで動かす場合を考えるならば、測光軸O-O'に垂直なC' とO'との間隔O'は $l = D \cdot \cos \theta / 2K$ で示される。この間隔 $l$ がレンズ14を通して受像器15に中心Oより $l' = l / k = D \cdot \cos \theta / 2K$ (但しKは縮少倍率)だけ離れた像A-Oを結ぶ(但し単レンズであるので倒立像となる)。

それ故、受像器15の視野11内において、受像画面上の検出点Aを $l'$ だけ画面の中央方向にずらせば液面スケールの融液面高さの表示点であるO点を受像画面上に指定することができる。このO点よって融液面高さが液面スケール13により測定される。

直徑が製造時の公称直徑D<sub>0</sub>であるときは、検出点A点より上方に $l' = D_0 \cdot \cos \theta / 2K$ だけ動かせばよい。もし直徑が公称直徑より誤差 $\Delta d$ (=D<sub>1</sub>-D<sub>0</sub>)をもつ直徑D<sub>1</sub>であるときは、フェージョンリングの融液面上の検出点B'は受像器15上のB点に読みとれる。検出点B点より上方

融液面とヒーター位置との変位を最適の状態にすることによって、このDF切れを減少させることができる。

成長して単結晶内に取り込まれる酸素濃度はO<sub>1</sub>と言われている。るっぽ1成分中の酸素がシリコン融液にとり込まれることによって酸素濃度が変化する。引上げられた単結晶4の長さ方向のO<sub>1</sub>ばらつきO<sub>1</sub>は、融液面高さ計測を行わないときに比べ、本発明の液面計測を行い、液面高さを一定に保持することにより30%に減少させることができた。

#### (発明の効果)

本発明によると、フェージョンリングの測光位置を補正することによって直ちに正確な融液面高さを知ることができ、これにより高精度な融液面高さ管理を可能にし、製品品質向上、及びこれとともに製品歩留り向上に大きな効果を發揮する。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図はCZ法を示す模式図、第2図は一次元CCDカメラによるとき、また第3図は二次元C

$$l' + \Delta l' = D \cdot \cos \theta / 2K + \Delta d \cdot \cos \theta / 2$$

Kだけ移動させてO点に到らしめることができる。

以上の如くして実際に融液面高さを求め、これを一定に保持した結果は次のとおりである。使用したCCDカメラの仕様は、

カメラ内の素子の数すなわちピクセル数: 2048

視野範囲: 100 mm

視野角: 25°

である。これによると融液面高さが

計測精度±0.2 mm

で測定できる。

融液面の高さを正確に求め、その変動を抑えることにより次の効果を得ることができた。

本発明法に基づく液面管理を行うことによって液面変化の標準偏差 $\sigma$ を±1.0 mmから±1 mmと小さくし得ることができた。

成長した単結晶内で多結晶構造のまま単結晶内に存在し、単結晶の並びを壊している状態はDF切れ(DFはDislocation Free、すなわち無転位)と言われている。融液面高さを一定に保持し、

CCDカメラによるときのフェージョンリングの受像範囲図、第4図はCCDカメラによるフェージョンリングの輝度分布図、第5図は受像器視野に写し出されたフェージョンリングの再像図、第6図はフェージョンリングと測光器との位置関係を示す光路図、第7図はレーザーを利用した液面計の模式図である。

1: るっぽ、2: 結晶融液、3: ワイヤ、4: 単結晶、5: フェージョンリング、6: チャンバー、7: 観測窓、8: 光学的手段、9: 正反射、10: 振動反射、11: 視野、12: 電熱ヒーター、13: 液面スケール、14: レンズ、15: 受像器、16: 水平方向計測部、17: 垂直方向計測部、18: 二次元視野、19: 水平方向のピーク、20: 垂直方向のピーク。

出願人 大阪チタニウム製造株式会社

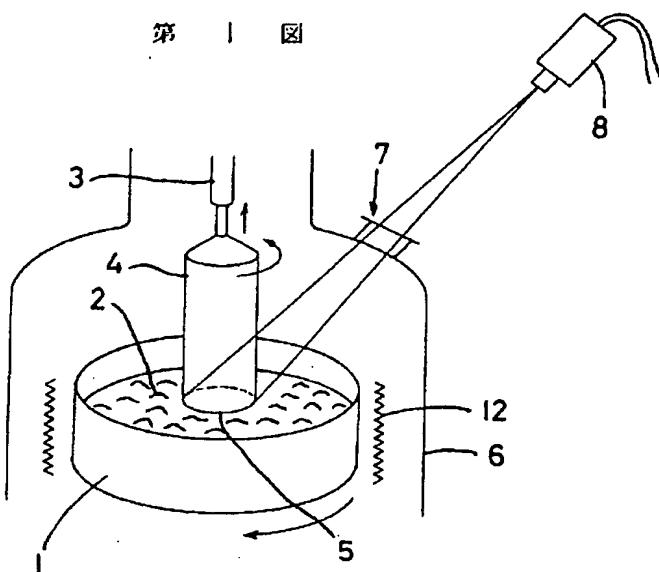
出願人 九州電子金属株式会社

代理人弁理士 生形元重

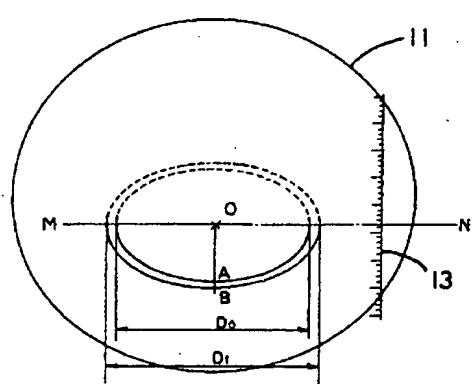
代理人弁理士 吉田正二



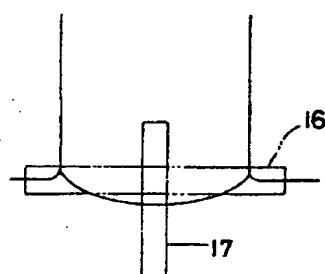
第一図



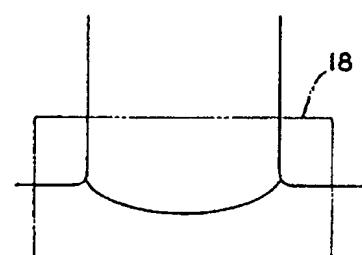
第五図



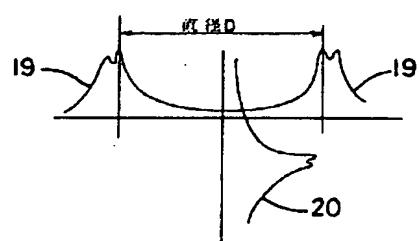
第二図

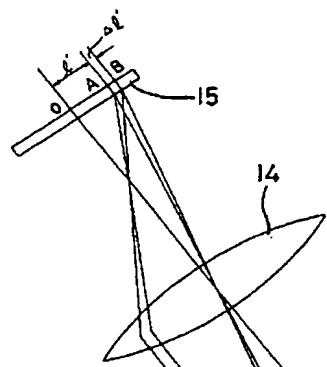


第三図

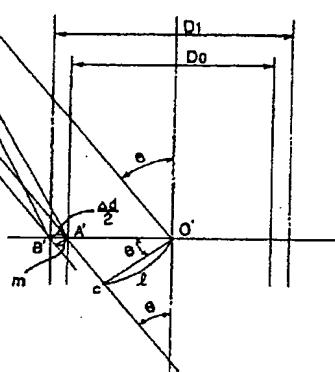


第四図





第 6 図



第 7 図

